

Gäller för: VE Bild o funktionsmed, Skaraborgs Sjukhus
Innehållsansvar: Andreas Engström, (anden9), Sjukhusfysiker
Granskad av: Flera granskare finns - se eftersättsblad
Godkänd av: Stellan Ahlström, (steah), Sjukhusdirektör

Giltig från: 2025-08-29

Giltig till: 2027-10-18

Investeringar i strålskydd för arbetstagare och allmänhet – rekommenderade beslutsmetoder

Förändringar sedan föregående version
Nytt styrdokument.

Innehållsförteckning

Förändringar sedan föregående version	1
Bakgrund och syfte	2
Utförande.....	3
Kostnad vid investering	3
Kollektiv stråldosbesparing	3
α -värde	4
Exempel på kostnadsnyttoanalyser	5
<i>Direktvisande dosimetrar</i>	5
<i>Takhängda strålskärmar</i>	6
Övrigt.....	7
Källförteckning	8

Bakgrund och syfte

På kort sikt är ett samhälles resurser, såsom naturresurser och arbetskraft, begränsade och måste därför prioriteras (1,2). Inom den svenska hälso- och sjukvården är budgeten ofta ansträngd; ju mer skattemedel som investeras i strålsäkerhet, desto mindre återstår för att finansiera andra delar av vården. Inom hälsoekonomi används därför begreppet ”alternativkostnad” i samband med prioriteringar. Det innebär att när samhällets resurser tas i anspråk, bör varje investering vägas mot andra möjliga alternativ, och resurserna bör i största möjliga mån fördelas dit de kan ge störst nytta (3). Det svenska hälso- och sjukvårdssystemet har dessutom skyldighet att tillämpa den så kallade kostnadseffektivitetsprincipen, vilket innebär att (4): ”vid val mellan olika verksamheter eller åtgärder bör en rimlig relation mellan kostnader och effekt, mätt i förbättrad hälsa och förhöjd livskvalitet, eftersträvas”. Generellt ökar idag behovet av att prioritera resurser och tillämpa kostnadsnyttoanalyser, både i Europa och i USA (5–8). I en svensk kontext kan nämnas att Trafikverket arbetar aktivt med kostnadsnyttoanalyser (9,10), samt att Tandvård- och Läkemedelsförmånsverket bedömer vilka läkemedel som ska ingå i det svenska subventionssystemet med hjälp av dessa metoder (11).

Vid exponeringsnivåer under dosgränserna för arbetstagare (effektiv dos på 20 mSv per år) respektive allmänhet (effektiv dos på 1 mSv per år, med en dosrestriktion på 0,1 mSv per år), gäller kravet på ett optimerat strålskydd enligt ALARA-principen ”As Low As Reasonably Achievable”. Kravet på ett optimerat strålskydd återges i 5§ 3 kap. Strålskyddslagen (2018:396) (12):

Den som bedriver en verksamhet eller är ansvarig för en åtgärd som kan innebära att en människa exponeras för joniserande strålning ska optimera strålskyddet genom att så långt som det är möjligt och rimligt med hänsyn till befintlig teknisk kunskap samt ekonomiska och samhällsliga faktorer begränsa

1. sannolikheten för exponering,
2. antalet personer som exponeras, och
3. storleken på den individuella stråldosen.

Det finns flera olika hälsoekonomiska metoder för att bedöma vad som kan anses vara ”så långt som det är möjligt och rimligt med hänsyn till befintlig teknisk kunskap samt ekonomiska och samhällsliga faktorer”. Exempel på dessa metoder är: kostnadsnyttoanalys, kostnadseffektivitetsanalys, ”mulite-attribute utility analysis” och ”multi-criteria outranking analysis” (13,14). Denna riktlinje fokuserar på kostnadsnyttoanalys i samband med investeringar i strålskydd, där pengar oftast används som ett mått på både direkta investeringskostnader och nyttan av dessa investeringar i form av minskad kollektiv stråldos. Den största utmaningen ligger i att värdera vad en kollektiv stråldosbesparing är värd i pengar, vilket benämns som α -värdet. Syftet med denna riktlinje är beskriva rekommenderade beslutsmetoder vid investeringar i strålskydd för arbetstagare och allmänhet.

Utförande

En kostnadsnyttoanalys kan utföras (ej något krav) i samband med investeringar i strålskydd för både arbetstagare och allmänhet. Exempel på sådana investeringar är:

- Blyförkläden, halskragar (thyroidea-skydd), strålskydds-handskar, strålskydds-mössor, strålskydds-ärmar
- Takhängda, bordshängda och golvstående strålskyddskärmar samt strålskyddsdrapering (strålskydd som läggs på patienten för att skydda personalen)
- Direktvisande dosimetrar (för realtidsövervakning av personalstråldoser)
- Strålskydd i väggar (för både arbetstagare och allmänhet)

Kostnaden för investeringen värderas gentemot den kollektiva stråldosbesparingen som investeringen beräknas ge. En kostnadsnyttoanalys delas vanligtvis upp i tre delar (men kan innehålla fler): (i) kostnad vid investering, (ii) kollektiv stråldosbesparing samt (iii) α -värde.

Kostnad vid investering

Exakta kostnader för investeringar i strålskydd går vanligtvis att inhämta från leverantör.

Kollektiv stråldosbesparing

Vid uppskattning av den kollektiva stråldosbesparingen beaktas vanligtvis följande faktorer:

- Årlig kollektiv stråldos för den aktuella gruppen arbetstagare eller allmänhet. Den kollektiva stråldosen mäts och beräknas i absoluta termer av sjukhusfysiker.
- Förväntad relativ stråldosbesparing till följd av investeringen. Denna uppskattning baseras ofta på publicerade studier eller, när det är möjligt, på egna mätningar. I vissa fall tillhandahåller även leverantören uppskattningar av strålskyddets effektivitet.
- Investeringens livslängd. Det kan vara utmanande att uppskatta livslängden för ett strålskydd. Som riktmärke kan nämnas att ett blyförkläde vanligtvis har en hållbarhet på 5 år (15). Röntgenutrustning byts ofta ut med cirka tio års mellanrum, vilket ofta medför att även takhängda, bordshängda eller golvstående strålskydd förnyas i samband med detta.

α -värde

Ett α -värde definieras som ”en konstant som uttrycker kostnaden per sparad kollektiv stråldos som tilldelas för skydd mot joniserande strålning” (1). Ett α -värde baseras ofta i sin tur på begreppet ”värdet av ett statistiskt liv”, vilket kan beskrivas enligt följande: ”Detta är inte värdet av ett enskilt liv, utan det är värdet av en liten förändring i risken att förlora ett statistiskt liv” (16). Värdet av ett statistiskt liv fastställs vanligtvis genom enkätundersökningar där personer uppger sin betalningsvilja för att minska en redan liten risk att dö inom ett specifikt riskområde, en metod som kallas för ”the stated preference approach” (5,17,18). Betalningsviljan divideras sedan med den aktuella risken för att uppskatta värdet av ett statistiskt liv. Tabell 1 visar en jämförelse av rekommenderade α -värden, justerat för landets ekonomiska status och omräknat till prisnivån för år 2025. Dessa rekommendationer av α -värden grundas på värden av ett statistiskt liv framtagna från flera olika riskområden, såsom miljö, sjukvård och transporter. Syftet med denna metod är att möjliggöra en rättvis fördelning av samhällets resurser mellan olika riskområden (19,20).

Tabell 1. En jämförelse av rekommenderade α -värden, justerat för landets ekonomiska status och omräknat till prisnivån för 2025.

Publikationer	År	Land	α -värden, justerade för land och år [2025-SEK per man.mSv]
Engström et al. (15)	2021	Sverige	460–4600
U.S. NRC (21)	2022	USA	3000–8900
Kotre (22)	2022	Storbritannien	1100
Andresz et al. (23)	2022	Frankrike	1200
Engström et al. (24)	2024	OECD	600–1700

Efter en bedömning av dessa studiers kvalitet har slutsatsen dragits att rekommendationer av α -värden från Engström et al. (24) är bäst lämpade för Skaraborgs sjukhus. Denna studie baseras i sin tur på tre huvudsakliga faktorer: en metastudie om värde av ett statistiskt liv (6), beräkningar av samhällets produktionsförluster vid insjuknande i cancer före pensionsåldern (65 år), samt ökade sjukvårdskostnader relaterade till cancerbehandling. Eftersom allmänheten inkluderar både yngre och äldre individer än den typiska arbetstagaren, blir det rekommenderade intervallet för α -värdet något bredare för allmänheten än för arbetstagare. Det bör samtidigt betonas att dessa α -värden inte är avsedda att användas för patienter, då patienters åldersfördelning och livskvalitet skiljer sig från såväl arbetstagare som för allmänheten. De rekommenderade α -värdena för Sverige (och således för Skaraborgs sjukhus) blir (24):

- 570–1500 SEK per man.mSv för arbetstagare
- 530–1600 SEK per man.mSv för allmänhet

Dessa intervall av α -värden ska tolkas enligt följande:

- Investeringar vars kostnader understiger det angivna intervallet bedöms som samhällsekonomiskt fördelaktiga.
- För investeringar inom intervallet råder osäkerhet ur ett kostnadsnyttoperspektiv; i dessa fall bör större vikt läggas vid andra faktorer än enbart kostnader och kollektiv stråldosbesparing.
- Investeringar vars kostnader överstiger det angivna intervallet bedöms som alltför kostsamma.

Dessa α -värden bör justeras över tid med hjälp av följande ekvation:

$$\alpha_{nutid} = \alpha_{2025} \cdot \left(\frac{KPI_{nutid}}{KPI_{2025}} \right) \cdot \left(\frac{BNP \text{ per capita}_{nutid}}{BNP \text{ per capita}_{2025}} \right)^{0,8}$$

där KPI är konsumentprisindex (25) och BNP är bruttonationalprodukt (26). En inkomstelasticitet på 0,8 används för att beakta att individers betalningsvilja för att undvika en liten risk att dö inte är helt proportionerlig mot deras inkomst (6).

Exempel på kostnadsnyttoanalyser

Nedan följer två exempel på kostnadsnyttoanalyser som är hämtade från Engström et al. (15) och jämförs här med ovanstående rekommendation av α -värde.

Direktvisande dosimetrar

Två system med totalt 20 direktvisande dosimetrar införskaffades för användning inom interventionell radiologi, till en sammanlagd kostnad av 390 000 kr. Vid tidpunkten för investeringen uppmättes den kollektiva stråldosen för den berörda personalgruppen till cirka 14 man.mSv per år. Vid användning av dessa system med direktvisande dosimetrar inom kardiologi så rapporterade Sandblom et al. (27) en relativ stråldosbesparing på upp till 60 % för läkare och 40 % för sjuksköterskor (ett medelvärde på 50 %). Systemens livslängd uppskattades till cirka 10 år. Kostnadsnyttoanalysen resulterade i en beräknad kostnad per sparad stråldosenhet på:

$$\frac{390\,000 \text{ kr}}{14 \text{ man. mSv per år} \cdot 0,5 \cdot 10 \text{ år}} = 5\,570 \text{ kr per man. mSv}$$

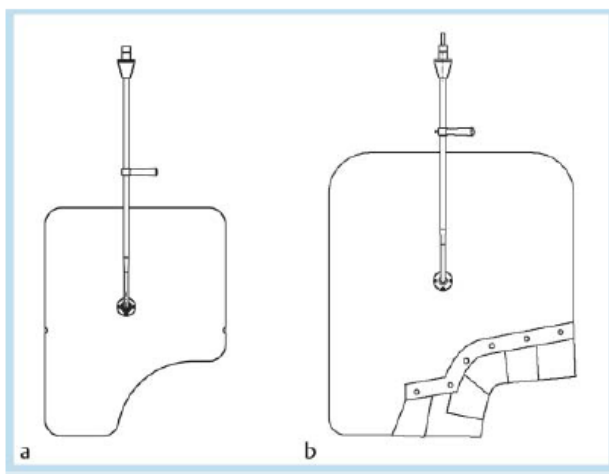
I jämförelse med ovanstående rekommendation, som anger ett α -värde på högst 1 500 kr per man.mSv för arbetstagare, så bedömdes denna investering vara alltför kostsam.

Takhängda strålskärmar

En ny modell av en takhängd strålskärm presenterades på marknaden till en kostnad av 40 000 kr. På en av de tilltänkta operationssalarna (PCI-verksamhet) på Skaraborgs sjukhus uppmättes den kollektiva stråldosen till cirka 0,3 man.mSv per år. Den nya modellen av takhängd strålskärm var större jämfört med den nuvarande modellen och hade dessutom blylameller nertill, se figur 1. Eder et al. (28) kunde visa på att den nya modellen av takhängd strålskärm kunde ge en relativ stråldosbesparing på upp till 68 % ± 7 % (uppmätt 140 cm ovanför golvet) i jämförelse med den nuvarande modellen. Livslängden för en takhängd strålskärm uppskattades till cirka 10 år. En kostnadsnyttoanalys över att byta ut den nuvarande takhängda strålskärmen till den nya modellen resulterade i en beräknad kostnad per sparad stråldosenhet på:

$$\frac{40\,000 \text{ kr}}{0,3 \text{ man. mSv per år} \cdot 0,68 \cdot 10 \text{ år}} = 19\,610 \text{ kr per man. mSv}$$

I jämförelse med ovanstående rekommendation, som anger ett α -värde på högst 1 500 kr per man.mSv för arbetstagare, så bedömdes denna investering vara alltför kostsam.



Figur 1. Den nuvarande modellen (a) i jämförelse med den nya modellen (b) av takhängd strålskärm.

Övrigt

Analyser baserade på så kallade "worst-case-scenarier" bör undvikas, eftersom det är osannolikt att alla variabler samtidigt antar sina mest extrema värden (13,29,30). Därtill riskerar en orealistisk kostnadsnyttoanalys att leda till att andra samhälleliga alternativkostnader förbises. När det råder stor osäkerhet kring variabler i en kostnadsnyttoanalys, såsom livslängden på ett strålskydd eller dess

förväntade relativa stråldosbesparing, kan en Monte Carlo-simulering genomföras. Detta kan utföras i Microsoft Excel, och vägledande [instruktionsvideor](#) finns tillgängliga på Youtube.

Det bör även poängteras att investeringar i strålskydd ofta påverkas av fler faktorer än enbart kostnaden och den kollektiva stråldosbesparingen. Ett exempel är att användning av blyförkläden under långa tidsperioder kan innebära en ökad risk för ryggbesvär (31). Denna typ av faktorer kan vara svår att kvantifiera i ett utfallsmått som pengar.

En kostnadsnyttoanalys utförs vanligtvis av en strålskyddsexpert, ofta i form av en sjukhusfysiker, och dess resultat fungerar som en vägledning för ansvarig beslutsfattare. En kostnadsnyttoanalys kan visa att en investering i strålskydd är samhällsekonomiskt fördelaktig, men den kan också visa att investeringen bedöms som alltför kostsam. Dessutom kan analysen lyfta fram att större vikt bör läggas vid andra faktor än enbart kostnader och kollektiv stråldosbesparing. Det är dock viktigt att understryka att analysens utfall inte ska betraktas som det enda möjliga eller korrekta beslutet (13,14,30).

Källförteckning

1. ICRP. Cost-Benefit Analysis in the Optimization of Radiation Protection. ICRP Publication 37 [Internet]. 1983 [cited 2024 Sep 24]. Report No.: ICRP 10 (2-3). Available from: <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%2037>
2. Andresz S, Economides S, Hardeman F, Nuccetelli C, Risica S, Schieber C, et al. Optimization of Radiation Protection - ALARA: A Practical Guidebook [Internet]. European ALARA Network; 2019. Available from: <https://www.eu-alara.net/index.php/activities/documents-related-to-alara/330-optimization-of-radiological-protection-alara-a-practical-guidebook.html>
3. U.S. Office of Management and Budget. Guidelines and Discount Rates for Benefit-Cost Analysis of Federal Programs (OMB Circular No. A-94) [Internet]. 1992 [cited 2024 Dec 18]. Available from: <https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/omb/assets/a94/a094.pdf>
4. The Swedish Parliament. Prioriteringar inom hälso- och sjukvården - Proposition 1996/97:60 [Priorities in Health and Medical Care - Government Bill 1996/97:60] [Internet]. [cited 2025 May 6]. Available from: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/proposition/prioriteringar-inom-halso-och-sjukvarden_gko360/
5. Hultkrantz L, Svensson M. The value of a statistical life in Sweden: A review of the empirical literature. *Health Policy*. 2012;108(2-3):302-10.
6. The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies [Internet]. 2012 [cited 2023 Aug 16]. Available from: <https://www.oecd.org/environment/mortalityriskvaluationinenvironmenthealthandtransportpolicies.htm>
7. ICRP. Radiation Detriment Calculation Methodology. ICRP Publication 152 [Internet]. 2022 [cited 2024 Apr 8]. Report No.: ICRP 51(3). Available from: <https://doi.org/10.1177/01466453221080101>
8. Baker R, Chilton S, Jones-Lee M, Metcalf H. Valuing lives equally: Defensible premise or unwarranted compromise? *J Risk Uncertainty*. 2008 Apr 1;36(2):125-38.
9. Swedish Transport Administration. Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.1 [Method of analysis and socio-economic calculation values for the

transport sector: ASEK 6.1]. Vol. ASEK 6.1. Swedish Transport Administration; 2018.

10. Swedish Transport Administration. Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 8.0 [Methods of analyses and socio-economic calculations for the transport sector: ASEK 8.0] [Internet]. 2024 [cited 2025 Jan 29]. Available from: <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/Samhallsekonomisk-analys-och-trafikanalys/samhallsekonomi/analysmetod-och-samhallsekonomiska-kalkylvardenasek/>

11. Svensson M, Nilsson FOL, Arnberg K. Reimbursement Decisions for Pharmaceuticals in Sweden: The Impact of Disease Severity and Cost Effectiveness. *PharmacoEconomics*. 2015;33(11):1229–36.

12. Ministry of Climate and Business. Strålskyddslag SFS 2018:396 [Swedish Radiation Protection Act] [Internet]. Sweden; 2018. Available from: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/stralskyddslag-2018396_sfs-2018-396

13. Commission of the European Communities. Alara - From theory towards practice: EUR 13796 [Internet]. Luxembourg; 1991 [cited 2023 Dec 12]. Available from: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/c44c8b69-d51a-4a94-b7b4-adf2c1d4fd15>

14. ICRP. The Optimisation of Radiological Protection - Broadening the Process. ICRP Publication 101b [Internet]. 2006 [cited 2024 Sep 24]. Report No.: ICRP 36 (3). Available from: <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20101b>

15. Engström A, Isaksson M, Javid R, Lundh C, Båth M. A case study of cost-benefit analysis in occupational radiological protection within the healthcare system of Sweden. *Journal of Applied Clinical Medical Physics*. 2021;22(10):295–304.

16. HM Treasury. The Green Book - Central Government Guidance on Appraisal and Evaluation [Internet]. London; 2022 [cited 2024 May 2]. Available from: <https://www.gov.uk/government/publications/the-green-book-appraisal-and-evaluation-in-central-government/the-green-book-2020>

17. Keller E, Newman JE, Ortmann A, Jorm LR, Chambers GM. How Much Is a Human Life Worth? A Systematic Review. *Value in Health*. 2021 Oct;24(10):1531–41.

18. U.S. Nuclear Regulatory Commission. Reassessment of NRC's dollar per person-rem conversion factor policy: NUREG-1530 [Internet]. 1995

[cited 2022 Mar 5]. Available from:

<http://www.osti.gov/servlets/purl/197836-uCHtAH/webviewable/>

19. Bergman C. Vad är rimligt att betala för att förhindra ett cancerdödsfall: SSI rapport 92-03 [What is reasonable to pay to prevent a cancer death: SSI report 92-03] [Internet]. Swedish Radiation Safety Authority; 1992 [cited 2024 Feb 17]. Available from: https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/24/053/24053502.pdf

20. Svensson M, Hultkrantz L. Ekonomiska utvärderingar i svensk offentlig sektor – likheter och skillnader [Economic evaluations in Swedish public sector – similarities and differences]. Ekonomisk Debatt. 2015;(3):40–50.

21. U.S. Nuclear Regulatory Commission. Reassessment of NRC's Dollar Per Person-Rem Conversion Factor Policy: NUREG-1530, Revision 1 [Internet]. 2022 [cited 2025 Feb 25]. Available from: <https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/nuregs/staff/sr1530/r1/index.html>

22. Kotre CJ. Application of ALARP cost-benefit analysis to hospital-based radiation protection. J Radiol Prot. 2022 Dec;42(4):041509.

23. Andresz S, Jobert T, Schieber C. The evolution of the reference monetary value of the man.sievert at Électricité de France. Radioprotection. 2022 Oct 1;57(4):339–45.

24. Engström A, Isaksson M, Javid R, Larsson PA, Lundh C, Wikström J, et al. How much resources are reasonable to spend on radiological protection? J Radiol Prot. 2024;44(4):041516.

25. Statistics Sweden. Konsumentprisindex (1980=100), fastställda tal [Consumer Price Index (1980=100), fixed numbers] [Internet]. 2019 [cited 2020 Oct 21]. Available from: <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/priser-och-konsumtion/konsumentprisindex/konsumentprisindex-kpi/pong/tabell-och-diagram/konsumentprisindex-kpi/kpi-faststallda-tal-1980100/>

26. OECD. OECD Data Explorer • Annual GDP and consumption per capita, US \$, volume, constant PPPs, reference year 2020 [Internet]. 2025 [cited 2025 Apr 13]. Available from: <https://data-explorer.oecd.org/?lc=en>

27. Sandblom V, Mai T, Almén A, Rystedt H, Cederblad A, Båth M, et al. Evaluation of the impact of a system for real-time visualisation of occupational radiation dose rate during fluoroscopically guided procedures. Journal of Radiological Protection. 2013;33(3):693–702.

28. Eder H, Seidenbusch MC, Treitl M, Gilligan P. A New Design of a Lead-Acrylic Shield for Staff Dose Reduction in Radial and Femoral Access Coronary Catheterization. *RoFo Fortschritte auf dem Gebiet der Rontgenstrahlen und der Bildgebenden Verfahren*. 2015;187(10):915–23.
29. U.S. Department of Energy. DOE Handbook - Optimizing Radiation Protection of the Public and the Environment for use with DOE O 458.1, ALARA Requirements [Internet]. Washington, DC: Department of Energy; 2014 [cited 2024 Jan 15]. Available from: <https://www.standards.doe.gov/standards-documents/1200/1215-hdbk-2014-cn1-2022-reaff-2022/@@images/file>
30. International Atomic Energy Agency. Optimization of Radiation Protection in the Control of Occupational Exposure [Internet]. IAEA Safety Reports. Vienna; 2002 [cited 2023 Dec 17]. Available from: https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1118_scr.pdf
31. Engström A, Isaksson M, Larsson PA, Lundh C, Båth M. Lead aprons and thyroid collars: to be, or not to be? *J Radiol Prot*. 2023 Sep;43(3):031516.

Information om handlingen

Handlingstyp: Riktlinje

Gäller för: VE Bild o funktionsmed, Skaraborgs Sjukhus

Innehållsansvar: Andreas Engström, (anden9), Sjukhusfysiker

Granskad av: Axel Krefors, (axela1), Sjukhusfysiker, Jenny Berg, (jenbe), Verksamhetschef, Christoffer Larsson, (chrla26), Verksamhetschef, Christian Göransson, (chrgo6), Verksamhetschef, Annelie Sundén Gustavsson, (annsu1), Verksamhetschef, Cecilia Andersson, (cecan1), Verksamhetschef, Ina Gillström, (inagi1), Sjukhusfysiker, Peter Sjölander, (petsj10), Sjukhusfysiker

Godkänd av: Stellan Ahlström, (steah), Sjukhusdirektör

Dokument-ID: SKAS9723-1331555881-33

Version: 1.0

Giltig från: 2025-08-29

Giltig till: 2027-10-18